



Universidade Estadual de Goiás

Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado

MAX WILLIAN TAVARES DE ALMEIDA

**DIFERENÇAS NA TAXOCENOSE DE ISOPTERA EM
FUNÇÃO DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NO CERRADO**

Anápolis
2016

MAX WILLIAN TAVARES DE ALMEIDA

**DIFERENÇAS NA TAXOCENOSE DE ISOPTERA EM
FUNÇÃO DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NO CERRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Héliida Ferreira da Cunha

Coorientador: Prof. Dr. Danilo Elias de Oliveira

Anápolis
2016

Almeida, Max Willian Tavares de

Diferenças na taxocenose de Isoptera em função de alterações ambientais no cerrado / Max Willian Tavares de Almeida. – 2016

49 f.: 5 figs, 4 tabs.

Orientador (a): Prof(a) Dr(a). Héliida Ferreira da Cunha

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2016.

Bibliografia.

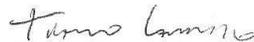
MAX WILLIAN TAVARES DE ALMEIDA

DIFERENÇAS NA TAXOCENOSE DE ISOPTERA
EM FUNÇÃO DE ALTERAÇÃO AMBIENTAIS
NO CERRADO

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos
Naturais do Cerrado da Universidade Estadual de Goiás,
para a obtenção do grau de Mestre, aprovada em 29 de fevereiro de 2016, pela
Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof. Dr.^a Héli da Ferreira da Cunha
Presidente da Banca
Universidade Estadual de Goiás



Prof. Dr. Tiago Fernandes Carrijo
Membro externo
Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Vitor Hugo Mendonça do Prado
Membro interno
Universidade Estadual de Goiás

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus avós João Tavares de Sá, Maria Pires Mendanha de Sá e Maria José de Almeida (*in memoriam*), que mesmo não estando mais aqui, sei que estariam orgulhosos de minhas conquistas.

Agradecimentos

Agradeço aos pais Willian e Luscilene, pois sem eles eu não estaria aqui.

Agradeço à minha esposa Ariany Rosa Gonçalves, pelo apoio incondicional, pela paciência, pela compreensão, pelo incentivo, e por acreditar em mim, mesmo quando nem eu mesmo acreditava.

Agradeço imensamente à minha orientadora, prof.^a Dr. Héliida Ferreira da Cunha, que mesmo sem me conhecer topou a difícil tarefa de me orientar, e que durante estes anos tem contribuído de forma impar para meu crescimento pessoal e intelectual com suas orientações, seu incentivo e apoio inclusive financeiro, dos quais sou extremamente grato.

Agradeço ao meu coorientador Dr. Danilo Elias de Oliveira por todas as suas dicas, por seu apoio com as identificações das espécies de cupins e pelas valiosas lições tanto nas correções do manuscrito quanto nas discussões metodológicas.

Agradeço também aos professores João Carlos Nabout e a Anamaria Achtschin Ferreira, que me ajudaram bastante com seus ensinamentos de Estatística e Geoprocessamento, respectivamente.

Agradeço à Universidade Estadual de Goiás pela bolsa de mestrado *stricto sensu* recebida.

Epígrafe

“Não existe nobreza alguma em ser superior a outra pessoa, a verdadeira nobreza é ser superior a você mesmo”

Provérbio Hindu

“Jamais se desespere em meio às sombrias aflições de sua vida, pois das nuvens mais negras cai água límpida e fecunda”

Provérbio Chinês

Sumário

Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Objetivos.....	13
Artigo 1 Resolução taxonômica de cupins (Blattodea: Isoptera) no bioma cerrado.....	14
Artigo 2 Alterações ambientais e implicações sobre a comunidade de cupins (Isoptera) no bioma Cerrado.....	27
Conclusão Geral.....	42
Apêndice.....	43

RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e é considerado um dos maiores *hotspots* de biodiversidade do mundo. Nesta savana brasileira, existe uma grande diversidade e abundância de cupins (Isoptera) que são considerados espécies-chave para manutenção de muitos serviços ecossistêmicos. Mesmo com a importância exercida dos cupins no ecossistema, pouco se sabe sobre como a composição de espécies de cupins pode variar em função dos diferentes tipos de vegetação presentes no Cerrado. Além disso, ainda existem grupos de cupins com a taxonomia confusa e para muitos gêneros a identificação de espécies é extremamente difícil. Com isso, no presente estudo foram elaborados dois manuscritos com o intuito de tentar avaliar as problemáticas expostas acima. O primeiro trabalho objetivou verificar a possibilidade de substituição de identificações de cupins a nível de espécie por outros níveis superiores, por meio de uma análise de suficiência taxonômica. Neste estudo correlacionamos a riqueza de espécies com a riqueza de gêneros ($r = 0,98903$), subfamílias ($r = 0,7422$) e grupos tróficos ($r = 0,77808$), e vimos que houve uma alta correlação entre riqueza dos diferentes níveis. Foi avaliada também a concordância entre a composição de espécies e os demais níveis analisados, e vimos que, tanto pelo teste de Mantel: espécies \times gênero ($r = 0,5323$), \times subfamília ($r = 0,2718$) \times grupo trófico ($r = 0,2847$), quanto pelo Procrustes: espécies \times gênero ($m^2:0,6344$), \times subfamília ($m^2:0,8989$) \times grupo trófico ($m^2:0,8043$), os valores obtidos indicaram baixas correlações. Neste artigo, concluímos que ao se trabalhar com a composição de espécies, a substituição das identificações por outros níveis seria inviabilizada pelos baixos valores de sobreposição encontrados. Porém com relação à riqueza, a alta correlação encontrada entre espécies e gêneros sugere a possibilidade de substituição das identificações do nível de espécies por gênero. No segundo artigo, utilizamos amostras de cupins coletadas em 15 municípios da região Centro-Oeste do Cerrado e as correlacionamos com as variáveis ambientais de altitude, distribuição geográfica, índice de cobertura vegetal, perímetro e área do fragmento coletado e tipo de vegetação. Fizemos também uma análise discriminante e uma partição da diversidade. Nessas análises, buscamos observar se as espécies poderiam ser agrupadas segundo o tipo de formação vegetal e verificamos em qual escala espacial de diversidade haveria um maior fluxo de espécies. Observamos que, de forma geral houveram correlações significativas entre as variáveis relacionadas à vegetação e à composição de espécies. Dentre essas correlações, vimos que a caracterização da paisagem em fitofisionomias representou melhor os padrões de composição de espécies do que o índice de cobertura vegetal EVI2. Na análise discriminante, vimos que 27% de todas as amostras analisadas se mostraram estar restritas a uma determinada fitofisionomia. Além disso, a partição da diversidade mostrou que a substituição de espécies (diversidade beta) entre gradientes latitudinais e longitudinais foram maiores do que observado em nível de parcelas, tipos de vegetação e municípios, sugerindo que as variações ambientais em menores escalas explicam pouco das alterações na composição das comunidades de Isoptera no bioma Cerrado.

Palavras-Chave: Composição de espécies, Diversidade, Nível taxonômico, Resolução taxonômica, Tipo de vegetação, Variáveis ambientais.

ABSTRACT

The Cerrado is the second largest biome of Brazil and it is considered one of the biggest world biodiversity hotspot. In this Brazilian savannah, there is a great diversity and abundance of termites (Isoptera), which are considered key-species for maintenance of many ecosystem services. Despite the importance of termites exerted on the ecosystem, little is known about how the composition of species of termites varies depending on the different types of vegetation present in the Cerrado. Termites (Isoptera) are eusocial insects widely dispersed throughout the tropics. Even today, the termites are in the midst of a taxonomic review and, coupled with the low number of taxonomists, there is some difficulty in identifying some species. With this, in this study we elaborated two manuscripts addressing the problems exposed above. The first study aimed to verify the possibility of replacing termite identification to species level by other higher levels, through a sufficient analysis taxonomic. Correlated to species richness, the richness of genres ($r = 0.98903$) subfamilies ($r = 0.7422$) and trophic group ($r = 0.77808$), where we saw that there was a high correlation between the wealth of different levels. It evaluated the correlation between species composition and the other analyzed levels, and we saw that both the Mantel test: species x gender ($r = 0.5323$), x subfamily ($r = 0.2718$) x trophic group ($r = 0.2847$), and by Procrustes: x species genus ($m^2: 0.6344$) x subfamily ($m^2: 0.8989$) x trophic group ($m^2: 0.8043$), the values indicated low correlations between the levels. In this article, we conclude that when working with the species composition, the replacement of identification by other levels would be frustrated by the low found overlapping values. And we find that that relative wealth, the high correlation between species and genera suggests the possibility of replacing the identification of the species level by gender. In the second article, we used termite samples collected in 15 municipalities in the Midwest region of the Cerrado and correlated with environmental variables of altitude, geographic distribution, vegetation index, perimeter and fragment area collected and type of vegetation. We also a discriminant analysis and a partition diversity. In these analyzes, we seek to see whether the species could be grouped according to the type of plant formation and in which spatial scale of diversity would be a greater flow of species. In this study, we concluded that in general there were significant correlations between variables related to vegetation and species composition. Among these correlations, we saw that the characterization of landscape by phytophysionomies best represents the species composition patterns, then the vegetation index EVI2. We saw in the discriminant analysis that 27% of all samples are restricted to a particular physiognomy. Furthermore, the partition diversity showed that substitution of the species (beta diversity) between latitudinal and longitudinal gradients was higher than that observed in level of parts, types of vegetation and municipalities, suggesting that environmental variations at smaller scales bit representing the changes in the composition the Isoptera communities in the Cerrado biome.

Keywords: species composition, diversity, taxonomic level, taxonomic resolution, vegetation type, environmental variables.

INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e é considerado um dos maiores *hotspots* de biodiversidade do mundo (Myers et al. 2000). Apesar de sua grande importância para conservação da diversidade do planeta, o bioma vem sofrendo diversas alterações devido às crescentes ações antrópicas de degradação e expansão das fronteiras agropastoris, possuindo apenas 7,44% de sua área protegida por unidades de conservação (MMA/IBAMA 2011; Lapola et al. 2014). Segundo Chust et al. (2004) e Tschardt et al. (2002) essas mudanças na paisagem e na composição espacial dos fragmentos de habitats têm afetado diretamente a composição das comunidades em diferentes escalas espaciais.

O Cerrado possui uma ampla distribuição geográfica e é composto por distintas formações vegetais, que por sua vez abrigam uma ampla variedade de espécies de insetos (Ribeiro e Walter, 2008; Ribeiro et al. 1998; Henriques 2005). Dentre os diversos insetos presentes no bioma, os cupins se destacam por serem responsáveis pela manutenção de muitos dos serviços ecossistêmicos do Cerrado, possuindo uma evidente importância para composição da diversidade do Bioma, além de uma alta abundância sobre toda sua extensão (Cunha 2006; Ferreira et al. 2011).

Os cupins são insetos eussociais pertencentes à Infraordem Isoptera que inclui cerca de 3.000 espécies dentro da Ordem Blattodea (Beccaloni e Eggleton 2013; Krishna et al. 2013). Esses cupins ou térmitas, estão amplamente distribuídos ao longo dos trópicos e em algumas regiões temperadas, seus representantes desempenham diversos papéis ecológicos, como a ciclagem de nutrientes do solo e alterações no ambiente, sendo inclusive considerados como espécies engenheiras do ecossistema (Constantino, 2005; Lawton 1997; Lavelle et al. 1997; Kemabonta e Balogun 2014; Redford, 1984; Viana-Junior et al. 2014).

Para se trabalhar com cupins, existem várias dificuldades no que tange à identificação dos espécimes, até o nível de espécie. Algumas destas limitações são: imprecisão ou a não determinação de algumas espécies e gêneros, vários grupos em processo de revisão taxonômica e a falta de chaves de identificação para alguns grupos (Bourguignon et al. 2015; Carrijo et al. 2015; Eggleton et al. 2007; Host et al. 2014; Legendre et al. 2008).

Em meio às dificuldades de identificação até o nível taxonômico de espécie, pode ser observado que em qualquer trabalho, as listas de espécies não estão totalmente prontas, sendo que muitas das amostras permanecem somente identificadas até gênero ou mesmo morfotipadas (Junqueira et al. 2009; Diehl et al. 2014). Diante desta problemática, alguns

trabalhos com outros grupos biológicos, têm-se utilizado ferramentas estatísticas (resolução ou suficiência taxonômica) para avaliar até que nível de identificação acima de espécie é possível chegar sem que haja uma redução muito drástica na qualidade das informações obtidas pelas espécies (Arscott et al. 2006; Carneiro et al. 2010; Gallego et al. 2012; Hirst 2006; Khan 2006).

Embora os estudos com os cupins estejam avançados em vários aspectos, vimos que existem lacunas no conhecimento que devem ser sanadas. Dentre essas lacunas destacamos duas questões que merecem ser avaliadas. A primeira questão é como as comunidades de cupins variam em função de variações ambientais na paisagem do Cerrado, e de que forma os cupins são diretamente afetados por essas variações. A segunda é que frente a difícil identificação de algumas espécies de cupins, aliado a escassez de chaves de identificação para alguns grupos, haveria suficiência taxonômica para os cupins acima do nível de espécie.

Em virtude das questões expostas no parágrafo anterior, o presente trabalho veio com o objetivo de tentar responder ambas as questões, na forma de dois artigos científicos. O primeiro artigo objetivou verificar qual o maior nível de resolução taxonômica para Isoptera que, se utilizado não implicaria em uma perda muito significativa de informações. E o segundo artigo, verificamos se a composição da comunidade de cupins varia em função das variações ambientais no Cerrado.

Para alcançar tais objetivos, o primeiro trabalho se utilizou de amostras de cupins coletadas em 16 municípios de quatro estados brasileiros localizados dentro do Bioma Cerrado (Tabela 1). Já o segundo trabalho, se utilizou de amostras de cupins coletadas em 15 municípios (Tabela 1), excluindo-se deste artigo as amostras de Anápolis-GO, pelo fato de neste município não terem sido feitas coletas nos três ambientes de cerrado *sensu stricto*, floresta mesófila e pastagem. Todas as amostras estão depositadas na Coleção de Isoptera do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica (LAB-PEEC) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), localizado no Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) em Anápolis-GO.

Devido ao fato das amostras terem sido coletadas em diferentes datas e por diferentes coletores, havia pequenas variações quanto as formas de coleta. Essas variações entre os diferentes protocolos de coleta adotados, foram eliminadas por meio de um sorteio de oito parcelas por município/autor, sendo este o número mínimo de parcelas amostradas. Todas as amostras utilizadas foram re-identificadas até espécie ou morfoespécie, afim de evitar possíveis discrepâncias e desatualizações nas identificações originais.

Tabela 1 Relação de Municípios e Estados, onde foram coletadas as amostras de cupins no Bioma Cerrado, apontando os seus respectivos: números de parcelas, tamanho e distância entre as parcelas feitas por cada fragmento de vegetação, e indicando o nome do coletor e/ou trabalho já publicado.

Município/ Estado	Parcelas			Coletores	Referência	Instituição
	Nº	Tamanho	Distância			
Anápolis-GO	10	5x2	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	-	UEG
Aruanã-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Cocalzinho-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Cristalina-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Hidrolândia-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Iporá-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Matrinchã-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Nova Crixás-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Pontalina-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Serranópolis-GO	8	5x5	30m	Prof. Dr. Héliida Ferreira da Cunha	Cunha 2006	UEG
Jaraguá-GO	10	5x2	30m	Dr. Danilo Elias de Oliveira	Oliveira et al 2013	UEG
Aquidauana-MS	30	5x5	30m	Prof. Dr. Raul Alfredo Abott	-	UEMS
Diamantina-MT	20	5x2	20m	Prof. Dr. Diogo Andrade Costa	-	UNEMAT
Nova Marilândia- MT	20	5x2	20m	Prof. Dr. Diogo Andrade Costa	-	UNEMAT
Tangará da Serra- MT	20	5x2	20m	Prof. Dr. Diogo Andrade Costa	-	UNEMAT
Miracema do Tocantins-TO	10	5x2	10m	Julyana Flavia dos Santos Lima	Lima 2010	UEG

OBJETIVOS

Objetivos gerais e específicos

- 1 Avaliar a resolução taxonômica para Isoptera através da equivalência entre os níveis de espécie, gênero, subfamília e grupo trófico.
 - 1.1 Avaliar a correlação entre a riqueza total de espécies com gêneros, subfamílias e grupos tróficos.
 - 1.2 Avaliar correlação entre a composição total de espécies com gêneros, subfamílias e grupo tróficos
- 2 Verificar se a comunidade de cupins varia em função de variáveis ambientais.
 - 2.1 Verificar se a composição de espécies de cupins varia em função de Altitude, Área, Categoria da vegetação, Distribuição geográfica das espécies, Índice de cobertura vegetal e Perímetro do fragmento coletado.
 - 2.2 Verificar se a termitofauna responde melhor a uma análise na qual a paisagem é categorizada (Cerrado, Mata e Pastagem) ou descrita na forma de um índice de cobertura vegetal (EVI2).
 - 2.3 Verificar se as espécies podem ser distintas em grupos segundo o tipo de vegetação onde ocorrem (Cerrado *stricto sensu*, Mata mesófila e pastagem)
 - 2.4 Verificar qual o efeito dos preditores ambientais e espaciais na diversidade alfa e beta de Isoptera.

Artigo 1 Resolução taxonômica de cupins (Blattodea: Isoptera) no bioma Cerrado

M. W. T ALMEIDA¹, H. F. CUNHA², D. E. OLIVEIRA³

³ Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
bio.maxwilliams@gmail.com

² Docente, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
cunhaf@gmail.com

³ Pós-doutorado em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
daniloelo@gmail.com

Resumo

Os cupins (Isoptera) são insetos eussociais bastante abundantes no Cerrado, e são consideradas espécies essenciais para manutenção de muitos dos serviços ecossistêmicos do Bioma. A identificação destes cupins até o nível de espécies é bastante difícil para alguns grupos, devido à escassez de trabalhos de revisão taxonômica e chaves de identificação. A fim de facilitar a execução de diversos estudos com a termitofauna e auxiliar levantamentos rápidos de fauna, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resolução taxonômica de cupins, relacionando a riqueza e a composição de espécies com a riqueza e a composição de níveis taxonômicos e ecológicos superiores. Para isso, utilizamos amostras coletadas em 16 municípios da região centro-oeste do Cerrado. A relação entre riqueza de espécies, de gêneros, de subfamílias e de grupo trófico foi testada por correlação de Pearson. A concordância das matrizes de presença-ausência de 104 espécies, 38 gêneros, seis subfamílias e quatro grupos tróficos foi testada pelos testes de Mantel e Procrustes. Vimos uma alta correlação entre riqueza de espécies e os níveis de gênero ($r = 0,98903$), subfamília ($r = 0,7422$) e grupo trófico ($r = 0,77808$), todas significativas ($P < 0,0001$). Contudo a concordância entre a composição de espécies e os demais níveis analisados foi baixa, tanto pelo Mantel: espécies \times gênero ($r = 0,5323$), subfamília ($r = 0,2718$) e grupo trófico ($r = 0,2847$), quanto pelo Procrustes: espécies \times gênero ($m^2 = 0.6344$), subfamília ($m^2 = 0,8989$) e grupo trófico ($m^2 = 0.8043$), de modo que seus valores indicaram apenas uma concordância parcial para alguns níveis. Concluímos que com relação a riqueza de espécies, nossos resultados indicaram que há a possibilidade de substituição das identificações entre espécie e gênero sem que haja perdas significativas de informação do grupo. No entanto, com relação a composição de espécies, as baixas correlações encontradas para todos os níveis não foram suficientes para a possibilitar de substituição da resolução taxonômica de espécie por nenhum dos níveis superiores.

Palavras-chave: Cerrado *sensu stricto*. Suficiência taxonômica, Subfamília, Gênero, Espécie, Grupo trófico.

Introdução

Os cupins (Blattodea: Isoptera), assim como os demais grupos biológicos, ainda se encontram em meio a um processo de sucessivas revisões taxonômicas e subsequentes reorganizações filogenéticas (Agnarsson & Kuntner 2007; Eggleton et al. 2007; Legendre et

al. 2008; Krishna et al. 2013). Com isso, a Termitologia (ciência que estuda os cupins) apresenta limitações no que tange a identificação de alguns grupos de cupins até o nível de espécies.

Essas limitações, em parte vêm em decorrência da falta de chaves de identificação para alguns grupos, além da imprecisão na determinação de espécies e gêneros, como o caso de Apicotermatinae (Bourguignon et al. 2015; Carrijo et al. 2015; Host et al. 2014). A necessidade de conhecimentos avançados de morfologia, técnicas de microdissecação e montagem de lâminas com estruturas microscópicas como o caso da válvula entérica utilizada para identificação de alguns grupos, também influem neste processo (Bourguignon et al. 2016; Cuezco e Nickle 2011).

Em meio às dificuldades de identificação de suas amostras até o nível taxonômico de espécie, alguns trabalhos têm identificado parte de seus espécimes com outros níveis taxonômicos e ecológicos de identificação, como o caso de gênero, morfoespécies e grupos funcionais ou tróficos (Prestes 2012; Reis e Canello 2007; Sales et al. 2010). Entretanto, devido ao fato da utilização de outros níveis de identificação poder acarretar em perdas de informação ecológica, alguns trabalhos de levantamentos fauna e biomonitoramento, com outros grupos biológicos, têm verificado por meio da análise de resolução taxonômica a viabilidade e a precisão da utilização destas classificações em seus estudos (Arscott et al. 2006; Gallego et al. 2012).

A resolução taxonômica é uma análise que tem o papel comparar níveis de identificação biológica e apontar o maior nível de identificação que, se aderido no estudo não irá levar a uma redução muito drástica na qualidade das informações ecológicas (Carneiro et al. 2010; Khan 2006; Hirst 2006). Diante dos benefícios da resolução taxonômica e da difícil tarefa de identificar alguns grupos de cupins até o nível de espécie, viu-se também a necessidade de avaliarmos a resolução taxonômica para os cupins, afim de viabilizar os mais diversos estudos com o grupo e até reduzir o tempo e custos associados ao processo de coleta e identificação no caso de levantamentos rápidos de fauna.

Para este estudo partiu-se da premissa de que há uma equivalência entre os níveis taxonômicos de espécie e gênero, premissa essa que se baseia nos resultados positivos de representatividade encontrados para estes níveis em diversos trabalhos de outros grupos biológicos (Heino 2010; Hirst 2006). Em nossas análises foram incluídos os níveis de espécie, gênero e subfamília (níveis taxonômicos) e grupo funcional (nível ecológico). Para os térmitas os grupos funcionais ou grupos tróficos, são grupos formados com base nos hábitos alimentares, na morfologia das peças bucais e características intestinais, e sua utilização

muitas vezes vem como uma alternativa de identificação de grupos de difícil resolução (Eggleton & Tayasu 2001; Gullan e Cranston 2007).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi de verificar a viabilidade de substituição das identificações da riqueza e composição de espécies de cupins pelas identificações a nível de gênero, subfamília, e grupos tróficos. Para isso, foram correlacionadas a planilha de identificações das espécies e as planilhas identificações das mesmas amostras nos níveis taxonômicos (gênero e subfamília) e ecológico (grupo trófico/funcional). Essa correlação entre os níveis de identificação, visou a avaliação do quão representativo um grupo superior, é sobre um nível mais específico como espécie. Para essa análise de resolução taxonômica geralmente assume-se que valores de sobreposição entre os níveis acima de 75% já se é possível a substituição das identificações.

Metodologia

O estudo foi realizado com amostras de cupins coletadas em áreas de cerradão, cerrado *sensu stricto*, cerrado rupestre, mata mesófila e pastagem, distribuídas em 16 municípios e quatro estados da região centro-oeste do Bioma Cerrado. Tocantins: Miracema do Tocantins; Goiás: Anápolis, Aruanã, Cocalzinho, Cristalina, Hidrolândia, Iporá, Jaraguá, Matrinchã, Nova Crixás, Pontalina, Serranópolis; Mato Grosso: Diamantina, Nova Marilândia, Tangará da Serra; e Mato Grosso do Sul: Aquidauana (Fig. 1).

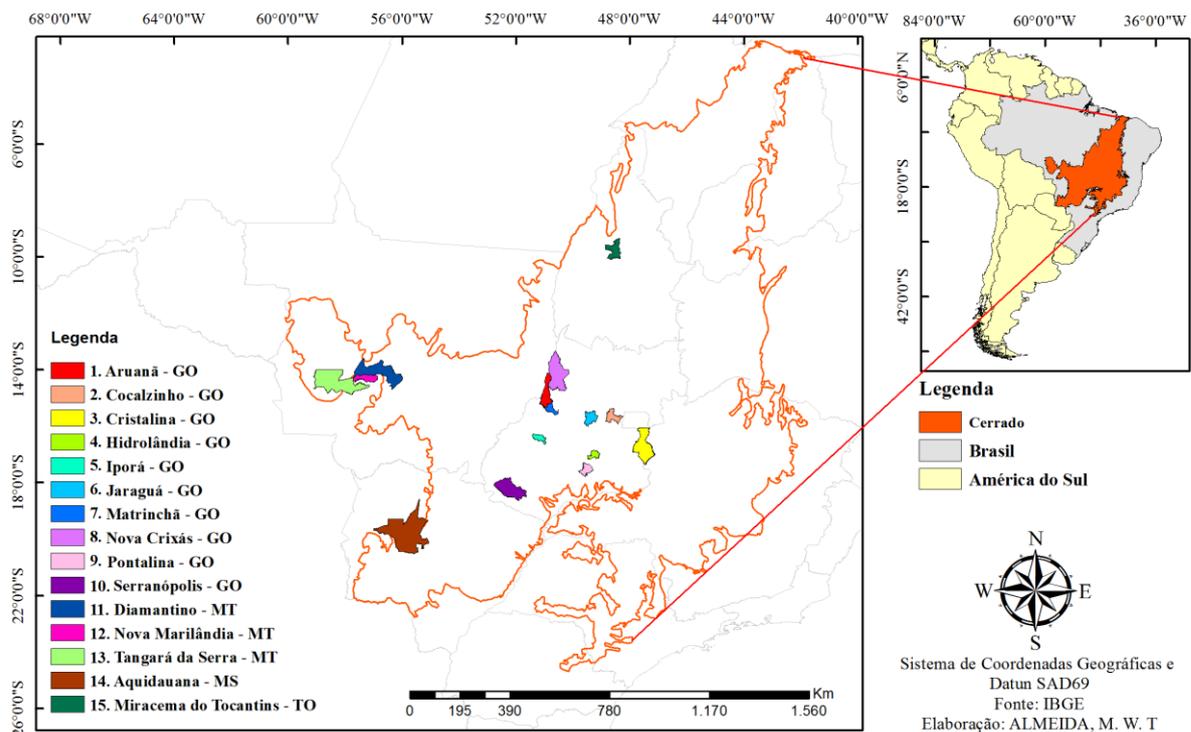


Figura 1: Municípios em que foram coletadas as amostras de cupins (Insecta: Isoptera) dentro do Bioma Cerrado.

As amostras de cupins foram coletadas por diversos coletores entre o período de 2004 e 2013, e em todos os casos eles seguiram variações do protocolo de coleta por parcela de Jones & Eggleton (2000), com o esforço amostral de 1h por parcela por coletor. Essas variações no protocolo de coleta se deram quanto ao número de parcelas amostradas (entre oito e trinta parcelas), quanto o tamanho das parcelas (entre 5x5 metros e 5x2 metros) e quanto a distância entre essas parcelas (dez, vinte e trinta metros de distância entre elas).

De modo a não interferir de forma significativa nas análises, as variações quanto ao número de parcelas coletadas foram minimizadas por meio de um sorteio de 8 parcelas de cada fitofisionomia vegetal amostrada, sendo que oito foi o número mínimo de parcelas amostradas por ambiente. Os espécimes de cupins amostrados, exceto a subfamília Apicotermatinae, foram re-identificados em planilhas de espécies (ou morfoespécies), gêneros, subfamílias e grupos tróficos. A exclusão da subfamília Apicotermatinae das análises, a exemplo dos trabalhos de Dambros (2010) e Carrijo (2013), se deu pelo fato do grupo ainda ser bastante controverso, pelo grande volume de amostras, e pelo fato de que mesmo a identificação até morfoespécies seria completamente dependente de caracteres da anatomia interna, difíceis de serem observados em tempo hábil.

Todas amostras estão depositadas na Coleção de Isoptera do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica da Universidade Estadual de Goiás. Os grupos tróficos de cupins foram distinguidos segundo os seus hábitos alimentares: humívoros (alimentação baseada em húmus, ou matéria orgânica); cupins xilófagos (alimentação baseada em madeira); e cupins ceifadores (alimentação baseada em folhas da serapilheira); cupins intermediários (alimentação diversificada entre os outros grupos alimentares) (Eggleton & Tayasu, 2001; Constantino 2005; DeSouza & Brown 1994; Eggleton et al. 1995).

As novas identificações taxonômicas e ecológicas dos espécimes foram organizadas em planilhas de composição e de riqueza de espécies, gêneros, subfamílias e grupo tróficos em forma de variáveis binárias de presença (1) e ausência (0). Nestas planilhas, a riqueza de espécies se referiu a frequência ou incidência dos táxons em uma determinada região, e a composição refere-se à identidade das espécies de uma comunidade (Wilsey et al. 2005; Ma 2005; Magurran 2011; Pinto-Coelho 2000).

A partir destas planilhas de dados, foi então calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r), entre a riqueza total de espécies, gêneros, subfamílias e grupos tróficos no programa PAST (Hammer et al., 2001), com o intuito de medir o grau da correlação e a

direção dessa correlação (positiva ou negativa) entre os diferentes níveis taxonômicos. Este coeficiente, normalmente representado por “r” assume apenas valores entre -1 e +1, onde $r = +1$ aponta uma correlação máxima positiva entre as duas variáveis e $r = -1$ evidencia uma máxima correlação negativa. Em geral, costuma-se assumir que valores de $r > 0,7$ positivos ou negativos, indicam uma forte correlação entre as variáveis, valores de r entre 0,3 e 0,6, indicam correlação moderada e valores de $r < 0,3$, correspondem a uma baixa correlação (Manly 1991, Legendre & Legendre 2000).

Para avaliar a existência de uma equivalência entre a composição de espécies, gênero, subfamília e grupo trófico, foram feitos os testes de Mantel e Procrustes utilizando-se dos pacotes Vegan e Ade4, do software R versão 3.1.3 (Dray e Dufour, 2007; Oksanen et al. 2016; R Core Team 2015). O teste de Mantel é um teste da correlação entre matrizes, foi calculado com base nas planilhas de composição de espécies, gêneros, subfamília e grupo trófico aos pares, afim de investigar a significância estatística entre as matrizes. Para o cálculo do Mantel as matrizes de dados foram inicialmente transformadas em matrizes de similaridade por meio do método de Jaccard, e então submetidas ao mantel feito com base no método de Pearson da função `vegdist` com 10000 permutações. Expresso sob valores de “r” os resultados variam de similaridade total entre as matrizes de dados ($r = +1$) e distinção completa entre as matrizes ($r = -1$) (Sokal & Rohlf 1995; Legendre e Legendre 2000).

O teste de Procrustes foi feito utilizando-se das funções `vegdist`, `cmdscale` e `protest` dos pacotes Vegan e Ade4, para o software R versão 3.1.3 (Dray e Dufour 2007; Oksanen et al. 2016; R Core Team 2015). Para este cálculo, primeiramente foi aplicado um *log* de 10 nas matrizes de dados, para ajustar os valores dos espécimes, onde após essa logaritimização foram aplicadas as funções `vegdist` com o método de jaccard e `cmdscale` da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Hammer 2012). Os autovalores de distância ou semelhança gerados pela PCoA foram então submetidos ao Procrustes “`protest`” com 9999 permutações, e geraram resultados de “m²” e “r”. Os valores de m² variam entre a sobreposição total das matrizes (0) e a distinção total entre as matrizes testadas (1) e os valores de “r”, assim como no mantel variam de (+1) maior similaridade e (-1) maior distinção (Legendre e Legendre 2000; Oksanen e Minchin, 1997).

Com o objetivo de evidenciar o panorama geral de riqueza das amostras, foram também calculadas, as curvas de acumulação de espécies (curva do coletor), para cada um dos níveis taxonômicos e ecológico abordados. Essas curvas do coletor foram obtidas com auxílio do programa PAST versão 1.94 (Hammer et al. 2001), e são representações gráficas de eixos “x” e “y”, onde o eixo “x” refere-se ao número de unidades amostrais e o eixo “y” o número

cumulativo de táxons (Cullen et al. 2004). Nestes gráficos, a estabilização da curva ascendente em um platô indica a suficiência da amostragem, ou seja, o número total de táxons de uma comunidade foi atingido (Cullen et al. 2004; Santos 2004; Schilling e Batista 2008).

Resultados

O trabalho de identificação taxonômica resultou em 104 espécies, 38 gêneros, 6 subfamílias, 2 famílias e 4 grupos tróficos (Apêndice). A correlação de Pearson (r), resultou em um elevado grau de correlação positiva ($r > 0,7$; $p < 0,01$) entre os dados de riqueza de todos os níveis testados. Neste resultado, o maior valor de correlação foi evidenciado entre os níveis taxonômicos de espécie e gênero ($r = 0,98903$; $p < 0,01$) (tabela 1).

Tabela 1 Correlação linear de Pearson para riqueza total das matrizes de espécie, gênero, subfamília e de grupo trófico. Valores da diagonal inferior esquerda representam os valores de “ r ”, onde todos foram significantes ao nível de $p < 0,01$.

	Espécie	Gênero	Subfamília	Grupo trófico
Espécie	-	-	-	-
Gênero	0,98903	-	-	-
Subfamília	0,74220	0,78736	-	-
Grupo trófico	0,77808	0,81346	0,78346	-

Quanto a equivalência taxonômica testada entre a composição de espécies e a composição dos níveis de gênero, subfamília e grupo trófico, pelas análises de Mantel e Procrustes (protest), nossos resultados mostraram não haver nenhuma correlação muito forte entre nenhum dos níveis de identificação. No teste de Mantel, a maior correlação se deu entre os níveis de espécies e gênero ($r = 0.5323$) e a menor entre espécie e subfamília ($r = 0.2718$). De modo semelhante, no Procrustes a maior correlação também se deu entre níveis de espécie e gênero ($r = 0.6047 / m^2 = 0.6344$) e a menor entre espécie e subfamília ($r = 0.318 / m^2 = 0.8989$) (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados de “ m^2 ” e “ r ” dos testes de Mantel e Procrustes feitos comparando a matriz de composição de espécies, com as matrizes de gênero, subfamília e grupo trófico. Aqui todos os resultados foram significativos ao nível de $p < 0,01$.

	Protest (PCOA)		Mantel
	m^2	R	r
Espécies v.s. Gênero	0.6344	0.6047	0.5323
Espécies v.s. Subfamília	0.8989	0.318	0.2718
Espécies v.s. Grupo Trófico	0.8043	0.4424	0.2847

As curvas do coletor geradas através dos valores de riqueza das subfamílias e grupo tróficos, alcançaram o platô da curva logo no início do gráfico, com baixos valores de riqueza para ambos os níveis. Já nas curvas geradas sobre a riqueza de espécies e gênero, mesmo ambos atingindo valores mais elevados e riqueza, estes diferiram-se quanto aos padrões das curvas, sendo claramente observado que a curvatura da linha para gênero chegou mais próximo da estabilização, enquanto a curva se espécies se encontrou de forma mais ascendente (Fig. 2).

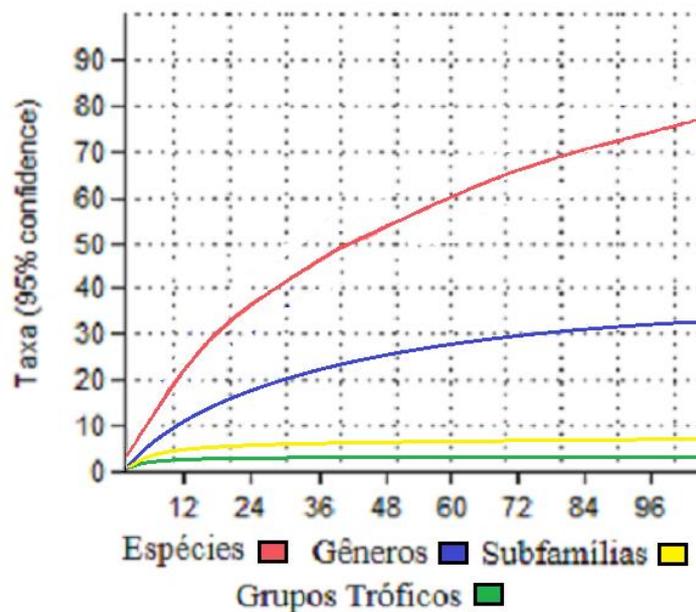


Figura 2: Curvas do coletor geradas sobre os valores de riqueza de espécies, gêneros, subfamílias e grupos tróficos de cupins (Insecta: Isoptera) coletados sobre todo Bioma Cerrado.

Discussão

Os elevados valores de correlação encontrados entre a riqueza dos níveis taxonômicos e ecológico testados, também foram observadas em trabalhos como Carneiro et al. (2010) e Machado *et al.* (2014), que avaliaram a suficiência taxonômica para amostras de organismos bentônicos e fitoplancctônicos. Acreditamos que essa maior correlação encontrada entre os valores de riqueza pode estar relacionada com o fato da riqueza apresentar menor especificidade em relação com a composição de espécies, não levando em conta as características individuais de cada organismo, mais sim o número total de espécimes presentes em uma amostra (Ford 2000; Morin 1999; Ricklefs 2011).

Esses elevados valores de correlação encontrados para os valores de riqueza, nos permitem sugerir que em trabalhos com térmitas que se utilizem de valores de riqueza, a lista

de espécies poderá ser substituída pela lista de identificações em níveis superiores. Esta sugestão se baseia nos nossos valores de $r > 0,7$ encontrados em nossas correlações, que segundo Lovell et al. (2007) possibilitam a substituição das identificações entre esses níveis. Contudo, apesar dessa possibilidade de substituição das identificações das espécies por outros níveis, sugerimos que caso seja necessário, essa substituição seja feita pelas identificações a nível de gênero, devido ao seu alto valor equivalência ($r = 0,98$).

Os resultados obtidos pelo teste de Mantel para avaliação da equivalência taxonômica entre as matrizes de composição, apontaram baixos valores de $r < 0,7$ entre todas as comparações testadas. Apesar de insuficientes para possibilitar a substituição das identificações da composição de espécies por níveis superiores de identificação, vimos que a maior concordância se deu entre os menores níveis taxonômicos, de espécie e gênero. Essa maior sobreposição entre as matrizes de composição em níveis mais finos de identificação já era esperada, e pôde ser encontrada também em trabalhos com outros grupos, como exemplo Scheffer *et al.* (2003) que também encontrou maior concordância entre os níveis de gênero e espécie de fitoplâncton.

De modo geral, os resultados tanto dos testes de Mantel quanto do teste de Procrustes, mostraram uma baixa sobreposição entre a composição de espécies a composição dos níveis de gênero, subfamília e grupo trófico. Esse baixo valor de sobreposição entre estas matrizes de dados, segundo Rimet e Bouchez (2012) e Khan (2006) pode reduzir drasticamente as informações sobre espécies dominantes e até vizar algumas análises. Deste modo, sugerimos que quando se tratar de dados sobre a composição de espécies de cupins, a lista de identificação de espécies não seja substituída por nenhuma outra identificação em nível superior a espécie.

Nas curvas do coletor geradas para grupos tróficos e subfamília, ambas as curvas conseguiram alcançar o seu platô (suficiência amostral) já no início do gráfico. No entanto, quando comparamos as curvas de riqueza espécies com as curvas de riqueza das subfamílias e grupos tróficos, pudemos observar diferenças significativas tanto em relação aos valores de riqueza, quanto em relação ao desenho amostral das curvas. Comparando esse resultado com o nosso resultado da correlação de Pearson, podemos confirmar a nossa sugestão de que a substituição da riqueza de espécies seja feita prioritariamente pelo nível de gênero, pois como visto na curva do coletor, a identificação da riqueza em subfamílias e grupos tróficos, pode ser insuficiente.

Já na curvas do coletor geradas para espécies e gêneros, ambas as curvas não alcançaram a sua suficiência amostral, o que não ocasionou nenhum prejuízo para as

amostras, pois vários questionamentos ainda permeiam sobre a estabilização da curva do coletor, que inclusive são muito criticadas por alguns trabalhos argumentam que a estabilização da curva depende da ordem das amostras e podem ser alteradas arbitrariamente (Colwell e Coddington 1994; Martins e Santos 1999; Schilling e Batista 2008). Além disso, observado as curvas do coletor para espécies e gêneros, vimos que o desenho amostral entre estes níveis é semelhante, e os gráficos diferiram em maior parte quanto a altura dos valores de riqueza. Contudo, acreditamos que essa diferença entre a riqueza de espécies e gêneros pode ser justificada pelo fato da riqueza possuir claramente mais táxons que seu nível superior.

Deste modo, avaliando a suficiência taxonômica entre os níveis de espécies, gêneros, subfamílias e grupos tróficos de Isoptera, podemos concluir dois resultados. No primeiro, concluímos que se tratando de dados de riqueza de espécies, existe a possibilidade de substituição das identificações de espécies por níveis superiores, sendo fortemente sugerido neste caso, que a substituição da lista de espécies seja feita somente pela lista de gêneros. No segundo, concluímos que com base nos resultados apresentados pelos testes de Mantel e Procrustes, que não existe nenhuma suficiência taxonômica para Isoptera acima do nível de espécies para dados de composição de espécies. Neste sentido, mesmo que alguns trabalhos argumentem que o nível taxonômico mais aceitável é aquele que apresenta informações suficientes para suprir os objetivos (Corbi e Trivinho-Strixino 2006), sugerimos que se tratando de trabalhos relacionados a composição de espécies, a substituição das identificações das espécies por níveis superiores pode levar a perdas de informações e inviabilizar ou mesmo enviesar a confiabilidade das análises.

Agradecimentos

MWTA agradece a Bolsa *Stricto Sensu* da Universidade Estadual de Goiás. HFC agradece ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa (processo 302198/2015-6). DEO agradece a Capes Bolsa de Pós-Doutorado PNPd.

Referências

- Agnarsson I, Kuntner M (2007) Taxonomy in a changing world: seeking solutions for a science in crisis. *Systematic Biology*, v.56, p.531-539
- Arcott DB, Jackson JK, Kratzer EB (2006) Role of rarity and taxonomic resolution in a regional and spatial analysis of stream macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*. 25:977-997

Bourguignon T, Scheffrahn RH, Nagy ZT, Sonet G, Host B, Roisin Y (2016) Towards a revision of the Neotropical soldierless termites (Isoptera:Termitidae): redescription of the genus *Grigiotermes* Mathews and description of five new genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*. p.15–35

Bourguignon T, Sobotník J, Dahlsjö CAL, Roisin Y (2015) The soldierless Apicotermitinae: insights into a poorly known and ecologically dominant tropical taxon. *Insectes Sociaux*. DOI 10.1007/s00040-015-0446-y

Carneiro FM, Bini ML, Rodrigues LC (2010) Influence of taxonomic and numerical resolution on the analyses of temporal changes in phytoplankton communities. *Ecological Indicators*. 10:249-255

Carijo TF (2013) Estudo da termitofauna (Insecta, Isoptera) da região do alto Rio Madeira, Rondônia. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP

Carijo TF, Scheffrahn RH, Křeček J (2015) *Compositermes bani* sp.n. (Isoptera, Termitidae, Apicotermitinae), a new species of soldierless termite from Bolivia. *Zootaxa*. 3941:294–298

Colwell RK, Coddington JA (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 345:101-118

Constantino, R., 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado, p. 319– 333. In: Scariot, A.O., Silva, J.C.S., Felfili, J.M. (Eds.), *Biodiversidade, ecologia, e conservação do cerrado*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p.333

Corbi JJ, Trivinho-Strixino S (2006) Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the evaluation of different land uses. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 18:469-475

Cuezzo C, Nickle DA (2011) A new genus and species of termites (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) from the rainforest of northern Peru. *ZooKeys*. 9:1–9

Cullen-Jr L, Rudran R, Valladares-Padua C (2004) *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.665

Dambros CS (2010) Efeito do ambiente na composição de espécies de térmitas (Isoptera) e efeito de suficiência amostral em uma floresta primária de terra-firme na Amazônia central. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

DeSouza OFF, Brown V (1994) Effects of Habitat Fragmentation on Amazonian Termite Communities, *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 10, No. 2. (May, 1994), pp. 197-206

- Dray S, Dufour AB (2007) The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22(4): 1-20
- Eggleton P, Beccaloni G, Inward D (2007) Response to Lo et al. *Biology Letters*. 3:564–565. doi:10.1098/rsbl.2007.0367
- Eggleton P, Bignell DE, Sands WA, Waite B, Wood TG, Lawton JH (1995) The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo forest reserve, Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*. 11:85-98
- Eggleton P, Tayasu I (2001) Feeding groups, lifestyles and the global ecology of termites. *Ecological research*. 16:941-960
- Ford ED (2000) *Scientific method ecological research*. Cambridge University Press
- Gallego I, Davidson TA, Jeppesen E, Pérez-Martínez C, Sánchez-Castillo P, Juan M (2012) Taxonomic or ecological approaches? Searching for phytoplankton surrogates in the determination of richness and assemblage composition in ponds. *Ecological Indicators*. 18:575-585
- Gullan PJ, Cranston PS (2007) *Os Insetos: um resumo de entomologia*. Tradução de Sonia Maria Marques Hoenen - São Paulo. Roca. p.277-287
- Hammer Ø (2012) *PAleontological STatistics - Version 2.16 – Manual de Referência*, Natural History Museum, University of Oslo, p.187
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Heino J (2010) Are indicator groups and cross- taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystems?. *Ecological Indicators*. 10:112-117
- Hirst AJ (2006) Influence of taxonomic resolution on multivariate analyses of arthropod and macroalgal reef assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendor/Luhe-Germany. 324:83-93
- Host B, Twyffels L, Roisin Y, Vanderwinden JM (2014) Three-dimensional visualization of termite (Apicotermitinae) enteric valve using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Microscopy*, doi: 10.1111/jmi.12146
- Jones DT, Eggleton P (2000) Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*. 37:191-203
- Khan SJ (2006) Is species level identification essential for environmental impact studies? *Current science*, Bangalore – India. 91:29-34

- Krishna K, Grimaldi DA, Krishna V, Engel MS (2013) Treatise on the Isoptera of the world. 1.Introduction. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 202:9-202
- Legendre F, Whiting MF, Bordereau C, Canello EM, Evans TA, Grandcolas P (2008) The phylogeny of termites (Dictyoptera : Isoptera) based on mitochondrial and nuclear markers : Implications for the evolution of the worker and pseudergate castes, and foraging behaviors. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 48:615–627
- Legendre, P., Legendre, L., 2000. *Numerical Ecology 2^a edition (Developments in environmental modelling. 20)*, Elsevier, Amsterdam. ISBN: 0444892508.
- Lovell S, Hamer M, Slotow R, Hebert D (2007) Assessment of congruency across invertebrate taxa and taxonomic levels to identify potential surrogates. *Biological Conservation*. 139:113-125
- Ma, M (2005) Species richness vs evenness: independent relationship and different responses to edaphic factors. *Oikos*. 111(1):192-198
- Machado KB, Borges PP, Carneiro FM, Santana JF, Vieira LCG, Huszar VLM, Nabout JC (2014) Using lower taxonomic resolution and ecological approaches as a surrogate for plankton species. *Hydrobiologia*. 743:255–267
- Magurran AE (2011) Tradução: Dana Moiana Vianna. *Medindo a diversidade biológica*. Editora UFPR
- Manly BFJ (1991) *The Statistics of Natural Selection*, Chapman and Hall, London
- Martins FR, Santos FAM (1999) Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos*. 1:236-267
- Morin PJ (1999) *Community Ecology*, Blackwell Publishing.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H (2016) *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-5. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oxanen J, Minchin PR (1997) Instability of ordination results under changes in input data order: explanations and remedies. *Journal of Vegetation Science*. 8:447-454
- Pinto-Coelho RM (2000) *Fundamentos em ecologia*. Artmed Editora. Porto Alegre, p252
- Prestes AC (2012) *Padrão de Revoadas de cupins (Isoptera) em duas áreas de cerrado no Brasil Central*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília
- R Core Team (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

- Reis YT, Canello EM (2007) Riqueza de cupins (Insecta: Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. *Iheringia, Série Zoologia*. p.97:229–234
- Ricklefs RE (2011) *A economia da Natureza* [Tradução de Pedro P. de Lima-e-Silva e Cecília Bueno]. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. p.347-386.
- Rimet F, Bouchez A (2012) biomonitoring river diatoms: Implications of taxonomic resolution. *Ecological Indicators*. 15:92-99
- Sales MJD, Matos WC, Reis YTR, Ribeiro GT (2010) Frequência e riqueza de cupins em áreas de plantio de eucalipto no litoral norte da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.45, n.12, p.1351-1356
- Santos AJ (2004) Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr. et al., (orgs), *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. p.19-42
- Scheffer M, Rinaldi S, Huisman J, Weissing FJ (2003) Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox. *Hydrobiologia*. 491:9-18
- Schilling AC, Batista JLF (2008) Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*. 31:179-187
- Sokal RR, Rohlf FJ (1995) *Biometry: the principles of statistics in biological research*. New York, Freeman. p887
- Wilsey BJ, Chalcraft DR, Bowles CM, Willig MR (2005) Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. *Ecology* 86(5): 1178-1184

Artigo 2 Predições ambientais da comunidade de cupins (Insecta: Isoptera) do bioma Cerrado

M. W. T ALMEIDA¹, H. F. CUNHA², D. E. OLIVEIRA³

³ Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
bio.maxwilliams@gmail.com

² Docente, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
cunhaf@gmail.com

³ Pós-doutorado em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO
daniloelo@gmail.com

Resumo

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e é considerado um dos maiores *hotspots* de biodiversidade do mundo. Este bioma brasileiro possui uma ampla variedade de espécies distribuídas entre suas diversas de formações vegetais. Esta savana brasileira possui ainda, uma grande diversidade e abundância de cupins (Isoptera), que por sua vez, são considerados espécies-chave para manutenção de muitos de seus serviços ecossistêmicos. Contudo, mesmo com a elevada importância exercida pelos cupins no ecossistema, pouco se sabe como a riqueza e a composição de espécies de cupins se comportam frente a grande variação ambiental presentes entre as distintas formações vegetais do Cerrado. Deste modo, o presente trabalho veio com o objetivo de avaliar como e de que maneira algumas das variáveis ambientais do Cerrado podem estar relacionadas e até explicar os padrões de riqueza e composição de espécies cupins. Para isso, utilizamos de amostras de cupins coletadas nas fitofisionomias de cerrado *sensu stricto*, floresta mesófila e pastagem de 15 municípios da região Centro-Oeste do Cerrado. As variáveis ambientais utilizadas foram: altitude, distribuição geográfica, índice de cobertura vegetal, perímetro, área do fragmento coletado e tipo de vegetação (cerrado *sensu stricto*, floresta mesófila e pastagem). De forma geral, em nossos resultados vimos que em todas as variáveis ambientais testadas, foram encontrados apenas baixos valores de correlação com a composição de espécies. Foi visto também que mesmo entre as baixas correlações, as variáveis de tipo de vegetação e índice de cobertura vegetal, foram as que melhor representaram os padrões de composição de espécies, com destaque para o tipo de vegetação, que se mostrou mais eficiente em descrever a composição de cupins do que o índice de cobertura vegetal (EVI2) no Cerrado. Em uma análise discriminante de espécies por fitofisionomias, vimos que 27% das amostras se mostraram restritas segundo o tipo de vegetação, confirmando os resultados encontrados nas correlações. Além disso, a partição da diversidade mostrou que o *turnover* de espécies (diversidade beta) entre gradientes latitudinais e longitudinais, foram maiores do que esperado pelas randomizações, mostrando que o maior *turnover* de espécies se encontra entre maiores escalas geográficas. E concluímos que as variações ambientais em menores escalas pouco representam às alterações na composição das comunidades de Isoptera no Bioma Cerrado.

Palavras-chave: Composição de espécies, variáveis ambientais, padrões de diversidade.

Introdução

Os cupins são insetos eusociais que desempenham diversas funções ecológicas para o meio ambiente, sendo inclusive considerados como espécies engenheiras do ecossistema (Constantino 2005; Lawton 1997; Lavelle et al. 1997; Kemabonta e Balogun 2014; Redford 1984; Viana-Junior et al. 2014). Apesar do seu importante papel para manutenção do ecossistema, pouco se sabe como a heterogeneidade ambiental pode estar relacionada como a variação da diversidade e composição de espécies de cupins. Para alguns grupos biológicos, características específicas do ambiente, como a temperatura, a altitude e o tamanho do fragmento florestal, podem muitas vezes serem utilizadas como preditores ambientais sobre a composição de espécies (Toledo et al. 2011; Oliveira-Filho et al. 2013; Gonçalves & Souza 2014).

Para os cupins apenas alguns fatores relacionados ao nicho, como o tipo de alimento e o tipo e formato do ninho, são caracteres relevantes como preditores de diversidade e para determinação de grupos de espécies (Constantino 2005; Gullan e Granstron 2007; Rafael et al. 2012). Com relação aos ninhos é bastante conhecido que algumas famílias de cupins constroem seus ninhos em formatos e locais específicos, podendo inclusive pela observação de características dos cupinzeiros, pode-se prever a provável composição de espécies local (Gullan e Granstron 2007; Rafael et al. 2012; Krishna et al. 2013). No entanto, quando se pensa em fatores ambientais como o tamanho dos fragmentos de vegetação, densidade de vegetação, tipo de vegetação, local das áreas de coleta (coordenadas geográficas) e a distância entre elas, vemos que pouco se sabe como esses fatores ambientais se relacionam e explicam a composição das comunidades de cupins.

Como os cupins são insetos altamente abundantes em todo Bioma Cerrado, que é um bioma com uma ampla distribuição geográfica e é composto por distintas formações vegetais (Ribeiro e Walter 2008; Ribeiro et al. 1998; Henriques 2005; Beccaloni e Eggleton 2013; Ferreira et al. 2011; Kemabonta e Balogun 2014; Krishna et al. 2013; Viana-Junior et al. 2014). Diante disso, nosso trabalho verificou a relação entre os caracteres ambientais de tipo de vegetação (cerrado sensu stricto, floresta mesófila e pastagem), pontos de ocorrência (coordenadas geográficas), altitude, área (tamanho do fragmento coletado), perímetro e densidade da vegetação (aqui descrito como o índice de cobertura vegetal - EVI2) com as amostras de cupins coletadas ao longo do Bioma Cerrado. Para este estudo, partimos da hipótese de que as comunidades de cupins seriam fortemente alteradas em função das

variáveis ambientais, em função da especificidade de hábitos alimentares e de forrageio de alguns grupos.

Observamos também os padrões de diversidade de espécies em relação aos seus pontos de ocorrência no mapa e verificamos a hipótese de que as espécies poderiam ser distintas em grupos segundo o tipo de vegetação (cerrado, floresta e pastagem) em uma análise discriminante. E por fim, buscamos avaliar a relação entre diversidade beta das amostras, amostras de cupins segundo algumas escalas geográficas, entre as parcelas (β_1), entre habitats cerrado, floresta e pastagem por municípios (β_2), entre municípios (β_3) e entre escalas latitudinais (β_4)¹ e longitudinais (β_4)². Nesta última análise, com a partição da diversidade buscamos verificar qual escala espacial de diversidade Beta de cupins obteve maior “*turnover*” de espécies, ou mesmo em que escala espacial a troca entre a riqueza de espécies foi maximizada.

Metodologia

Área de estudo

Foram utilizadas amostras de cupins coletadas na região centro-oeste do Bioma Cerrado no período de 2004 a 2013. As amostras foram coletadas em 270 parcelas distribuídas entre regiões naturais (cerrado *sensu stricto* e floresta mesófila) e antropizadas (pastagem) de 15 municípios dos estados de Tocantins (Miracema do Tocantins), Goiás (Hidrolândia, Iporá, Nova Crixás, Matrinchã, Aruanã, Cristalina, Pontalina, Serranópolis, Jaraguá, Cocalzinho), Mato Grosso (Tangará da Serra, Diamantino, Nova Marilândia) e Mato Grosso do Sul (Aquidauana) (Figura 1).

Com base nos dados de coleta e com auxílio do programa ArcGIS® 10.2.2.1 (ESRI, 2015), fizemos um mapa ilustrativo evidenciando a dispersão dos municípios amostrados no Bioma Cerrado (Figura 1). Neste mapa, foram ranqueados quatro níveis de riqueza de espécies, onde cada município foi caracterizado como contendo de 0 a 5 espécies, de 15 a 30 espécies, 30 a 45 espécies e 45 a 60 espécies. Com esse ranking de riqueza de espécies por municípios, objetivou-se a verificação da existência de padrões de riqueza de espécies, segundo os gradientes latitudinal e longitudinais.

Coleta de dados biológicos

As amostras de cupins estão depositadas na Coleção de Isoptera do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica (LAB-PEEC) da Universidade Estadual de Goiás

(UEG), localizado no Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) em Anápolis-GO. Todas as amostras utilizadas foram coletadas em parcelas, com esforço amostral de 1h por parcela por pessoa. E para este estudo foram utilizadas oito parcelas de cada fitofisionomia de cada município amostrado. A padronização de oito parcelas por fitofisionomia foi feita através de sorteio, afim de evitar as variações quanto ao número de parcelas amostradas.

Em meio ao processo de re-identificação das espécies, viu-se a necessidade de exclusão da subfamília Apicotermatinae da análise. Exclusão essa que se justificou pela grande quantidade de amostras do grupo, junto a dificuldade de identificação devido a não determinação de várias de suas espécies, e pela conseqüente escassez de chaves de identificação. O restante dos cupins utilizados foram re-identificados até espécie ou morfoespécie, e resultaram em 104 espécies (Apêndice). Os espécimes identificados foram organizados em uma matriz de presença e ausência, onde as colunas correspondiam às espécies e as linhas representaram as 8 parcelas de cada fragmento de vegetação coletado em cada um dos 15 municípios amostrados.

Coleta de dados ambientais

As variáveis ambientais utilizadas neste estudo foram obtidas respectivamente aos fragmentos de vegetação amostrados. O tipo de vegetação (cerrado *sensu stricto*, floresta mesófila e pastagem) e os pontos de ocorrência (coordenadas geográficas) foram obtidas *in loco* no momento em que foram feitas as coletas. As variáveis de altitude, área e perímetro foram obtidas com o auxílio do programa *Google Earth*[®] (Google, 2015) a partir das coordenadas geográficas de cada fragmento coletado.

Como medida de densidade da vegetação foi utilizado o índice de cobertura vegetal EVI2 - *enhanced vegetation index two-band* (Jiang et al. 2008). Esse índice é uma ferramenta bastante utilizada em trabalhos de monitoramento ambiental e análise de paisagem (Karnieli et al. 2002) e mede o nível de reflectância de luz solar sobre a superfície foliar da vegetação (Moraes-Novo 2008; Sausen e Lacruz 2015). O EVI2 varia de 0 a infinito (valores médios geralmente variam de 0 a 4), onde valores próximos a zero indicam a baixa cobertura de vegetação no ambiente e quanto maior o valor, maior taxa de cobertura de vegetação (Jiang et al. 2008; Ponzoni et al. 2012).

Apesar de existirem outros índices de cobertura vegetal, o EVI2 foi o índice que apresentou melhores resultados em testes feitos *a priori*. Neste estudo calculamos o EVI2 a partir de imagens dos satélites *Landsat 5*, *Landsat 8* e *Resourcesat*, disponíveis nas plataformas do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE – e *U.S. Geological Survey*. Essas

imagens foram baixadas de forma padronizada, sendo que todas elas foram capturadas no mês de maio, respeitando os pontos de coleta e os anos em que foram feitas as amostragens. Essa padronização foi feita para que se fossem utilizadas imagens mais nítidas, pois maio é o mês com menor incidência de nuvens, além disso, a padronização visou a redução de possíveis erros em torno das diferenças da vegetação nos períodos de chuva intensa e de seca durante o ano.

As imagens de satélite foram recortadas de forma a destacar somente as áreas próximas aos pontos de coleta, afim de se obter uma melhor distinção das áreas de vegetação adjacentes. Sobre estes fragmentos das imagens e que foram aplicados os cálculos do índice de vegetação EVI2, com auxílio do programa de Sensoriamento Remoto/SIG ENVI versão 5.1 (Envi, 2015). O cálculo para obtenção do EVI2 consiste da fórmula $(2,5 [(N-R) / (N + 2,4R+1)])$ desenvolvida por Jiang *et al.* (2008). Nesta formula, os valores de (N) e (R) correspondem respectivamente os as reflectâncias das faixas do infravermelho próximo e do vermelho das imagens, o valor de 2,5 corresponde ao fator de ganho, 2,4* corresponde a correção dos coeficientes do EVI o +1 e o fator de ajuste do solo (para mais informações vide: Jiang *et al.* (2008).

Análise de Dados

Foi feito um teste de Mantel simples para avaliar a existência de correlação entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais coletadas (pontos de ocorrência, altitude, perímetro, tamanho da área, EVI2 e tipo de ambiente). Neste Mantel, as planilhas de identificação de espécies e de dados ambientais foram inicialmente transformadas em matrizes de similaridade pelo do método de Jaccard, por meio dos pacotes Vegan e Ade4, e então foram submetidas ao teste de Mantel, baseando-se no método de Pearson da função `vegdist` do software R versão 3.1.3 com 10000 permutações, (Dray e Dufour 2007; Oksanen et al. 2016; R Core Team 2015).

Expressos sob forma de valores de “r”, os resultados do teste de Mantel simples, variam de similaridade total entre as matrizes de dados (+1) e distinção completa entre as matrizes (-1) (Legendre e Legendre 2000; Sokal e Rohlf 1995). Para esse tipo de análise costuma-se assumir que valores de $r > 0,7$ indicam uma alta correlação entre os conjuntos de dados, valores de $r > 0,3$ e $r < 0,6$ indicam uma correlação moderada e valores de $r < 0,3$ indicam uma correlação baixa (Legendre e Legendre 2000; Manly 1991).

Fizemos também um teste de Mantel parcial para avaliarmos o que melhor representaria a termitofauna do Cerrado, se uma paisagem estruturada pelo índice de

cobertura vegetal ou por uma paisagem categorizada pelo tipo de vegetação (cerrado s.s., floresta mesófila e pastagem). Neste teste correlacionamos a composição de espécies e o tipo de vegetação (sob o controle por similaridade dado pelo EVI2), e correlacionamos a composição de espécies e o EVI2 (sob controle por similaridade dada pelo tipo de vegetação).

Da mesma forma que o Mantel simples, este teste foi feito no software R versão 3.1.3, utilizando-se dos pacotes Ade4 e Vegan e da função `vegdist` com o método de Pearson e 10000 permutações (Dray e Dufour 2007; Oksanen et al. 2016; R Core Team 2015). E como o Mantel Parcial também é um teste que correlaciona matrizes por permutações, seus resultados podem ser interpretados assim como no mantel simples. A única diferença entre os testes e que no Mantel Parcial, tem a possibilidade de trabalhar com três matrizes, onde a correlação é feita entre A e B e controlada pelo efeito de similares da C (Legendre e Legendre 2012).

Para se confirmar a hipótese de que as espécies poderiam ser distintas em grupos segundo o tipo de vegetação (cerrado, floresta e pastagem), fizemos uma análise discriminante canônica, análise essa proposta inicialmente por Fisher (1936), para confirmar a combinação de variáveis de grupos definidos *a priori* (Araujo et al. 1998; Reis 1988). Representada em forma gráfica de eixos x e y, a análise discriminante distribui as espécies ao longo do gráfico e mostra a porcentagem de itens classificados corretamente na análise (Ferreira 2011). Posteriormente os resultados desta análise discriminante foram submetidos a validação pelo método de “*jackknife*”, método esse que realoca as matrizes aleatoriamente e evita possíveis vícios nas matrizes de dados, indicando a precisão do modelo por meio da diferença entre os valores originais e obtidos pela validação (Manly 2008).

Para verificar qual a escala espacial de diversidade em que o “*turnover*” de espécies de cupins foi maximizada, fizemos duas partições aditivas da diversidade (Whittaker 1960, 1972) se utilizando do software PARTITION 3.0 (Crist et al. 2003; Gering et al. 2003; Veech e Crist 2009). Ambas as partições foram feitas em quatro níveis de diversidade beta (β), sendo que os níveis de diversidade β_1 (entre as parcelas); β_2 (entre as fitofisionomias de Cerrado *stricto sensu*, floresta mesófila e pastagem), e β_3 (entre os municípios), foram iguais em ambas as análises. Já a diversidade β_4 , na primeira partição se referiu a diversidade entre as escalas latitudinais e na segunda partição se referiu a diversidade em escalas longitudinais.

Na primeira partição a (β_4) foi dividida segundo quatro grupos de quatro graus latitudinais, de 9° a 12° graus abrangendo as cidades de (Miracema do Tocantins – TO), de 12° a 15° graus (Aruanã e Nova Crixás – GO; Diamantino, Nova Marilândia e Tangará da Serra - MT), de 15° a 18° (Cocalzinho, Cristalina, Hidrolândia, Iporá, Jaraguá, Matrinchã e Pontalina - GO) e de 18° a 21° (Serranópolis – GO; Aquidauana - MS). Na segunda partição,

os graus longitudinais também foram divididos em quatro grupos de quatro graus, onde de 44° a 48° graus representou (Cristalina - GO), de 48° a 52° (Aruanã, Cocalzinho, Hidrolândia, Iporá, Jaraguá, Matrinchã, Nova Crixás, e Pontalina – Go; Miracema do Tocantins - TO), de 52° a 56° (Aquidauana – MS, Serranópolis - GO) e de 56° a 60° (Diamantino, Nova Marilândia e Tangará da Serra - MT).

Resultados

Através do mapa de distribuição dos municípios amostrados dentro do Bioma Cerrado, pode ser visto a grande abrangência do nosso estudo, perpassando por uma extensa região territorial, restando somente as regiões do Oeste e Nordeste fora da amostragem.

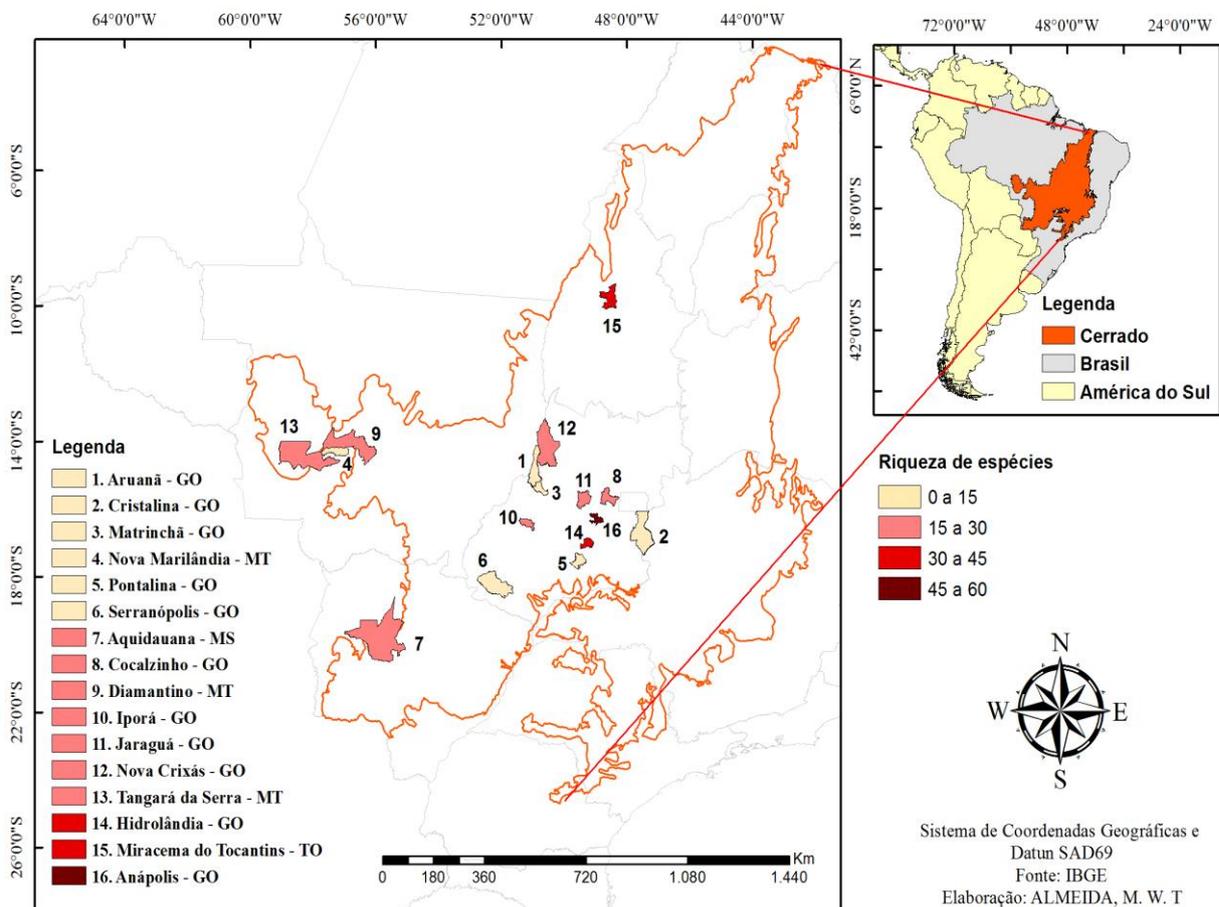


Fig. 1 Mapa de municípios amostrados dentro do bioma Cerrado. No lado direito do mapa, pode ser visto uma escala de valores de riqueza de espécies de cada município, onde a cor vermelha escura representa uma amostragem de (45 a 60 espécies), a cor vermelha (30 a 45 espécies), a cor rosa (15 a 30 espécies) e a cor bege representa uma riqueza de (0 e 15 espécies).

Neste mapa pode-se ver visto na escala de diversidade de espécies, que os municípios com maiores e menores valores de riqueza se encontram dispersos ao longo bioma, não

perfazendo aparentemente nenhum padrão de riqueza restrito a regiões específicas em relação as escalas latitudinais e longitudinais do mapa (Fig. 1).

Tabela 1: Valores de “r” e “p” obtidos pelo teste de Mantel feito entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais de altitude, EVI2, tamanho da área, Perímetro, pontos de ocorrência e tipo de vegetação. Os valores em negrito indicam os resultados significativos, com $p < 0,05$.

Composição	r	p
Tipo de vegetação	0,2714	9,999e-05
Pontos de ocorrência	0,1170	0,04419
Altitude	-0,0383	0,70833
Evi2	0,1675	0,02349
Área	0,0063	0,41926
Perímetro	0,0236	0,34457

O teste de mantel simples indicou uma baixa correlação entre as matrizes de variáveis analisadas $r < 0,3$. Os valores de “p” encontrados sugerem que somente as correlações entre a composição de espécies e: pontos de ocorrência, tipos de vegetação (categoria) e índice de cobertura vegetal, foram significativas. Destas correlações, o maior valor de “r” foi encontrado entre a composição de espécies e a variável de tipo de vegetação (Tabela 1).

Tabela 2: Valores de “r” e significância obtidos pelo teste de Mantel parcial feito entre a composição de espécies de cupins e o tipo de vegetação (controlada por similaridade pelo EVI2), e entre a composição de espécies e o EVI2 (controlando por similaridade dada pelo tipo de vegetação).

Composição de espécies	r	Significância
<i>Versus</i> tipo de vegetação (controlada pelo índice Evi2)	0.2736	9.999e-05
<i>Versus</i> Evi2 (controlado pelo tipo de vegetação)	0.1712	0.020698

Os resultados do teste de Mantel Parcial mostraram que a correlação testada entre a composição de espécies e o tipo de vegetação (controlada pelo EVI2), foi mais forte e significativa do que a correlação testada entre a composição de espécies versus EVI2 (controlado pelo tipo de vegetação). Esse resultado mostra que a composição das comunidades de cupins no Cerrado é melhor representada por uma paisagem categorizada

segundo o tipo de vegetação (cerrado s.s., floresta mesófila e pastagem) do que uma paisagem descrita na forma do índice de vegetação EVI2 (tabela 2).

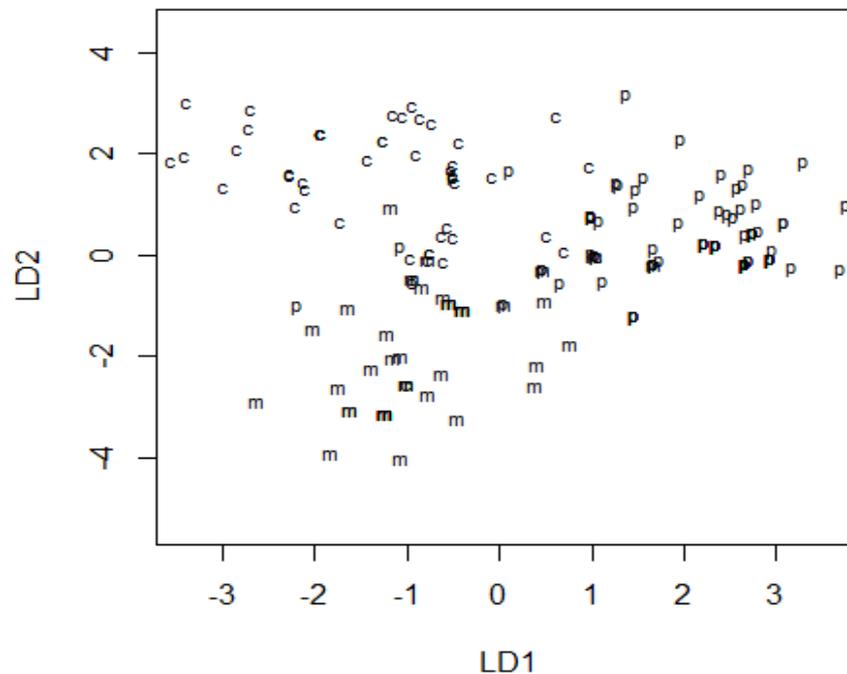


Figura 2: Análise discriminante da composição de espécies de cupins classificadas segundo o tipo de vegetação em que foi coletada: cerrado s.s (c), floresta mesófila (m) e pastagem (p). Cada ponto representado na análise, se refere a cada fragmento de vegetação coletado entre os 15 municípios amostrados. Nesta análise os termos LD1 e LD2 representam respectivamente os eixos 1 e 2 gerados pela função discriminante da análise.

A análise discriminante evidenciou claramente a formação de três grupos de espécies segundo as fitofisionomias de *cerrado stricto sensu* (c), floresta mesófila (m) e em pastagem (p). Essa distinção de grupos de espécies segundo as fitofisionomias amostradas, confirma inicialmente a hipótese de que as espécies podem ser distintas em grupos segundo o tipo de vegetação (Figura 2). Após a aplicação do método de validação de “*jackknife*”, houve uma redução de 90% (0.9072165) para 27% (0.2731959) na precisão do modelo, o que já era esperado. Esse resultado obtido pelo método de *jackknife* na validação da análise discriminante, confirma que 27% das amostras analisadas foram restritas a um determinado tipo de vegetação.

A primeira partição aditiva de diversidade, feita entre as escalas latitudinais (β_4), representou 67,2% de toda diversidade amostrada. Nesta análise o valor de β_4 encontrado após as 9999 randomizações foi único valor maior do que o esperado, indicando um maior “*turnover*” de espécies entre as escalas latitudinais. Nos níveis de diversidade (β_1) entre as parcelas, (β_2) entre as fisionomias e (β_3) entre os municípios, os valores de partição

encontrados foram menores que o esperado pelas randomizações em ambas as análises, sendo que ainda os valores de β_1 e β_2 foram iguais nas duas partições (Figura 3). Já na segunda partição de diversidade, a β_4 representou 73.8 % de toda diversidade amostrada, e de forma semelhante a primeira análise, também foi maior do que o esperado após as 9999 randomizações, indicando o maior “turnover” de espécies também entre as escalas de longitudinais (Figura 3).

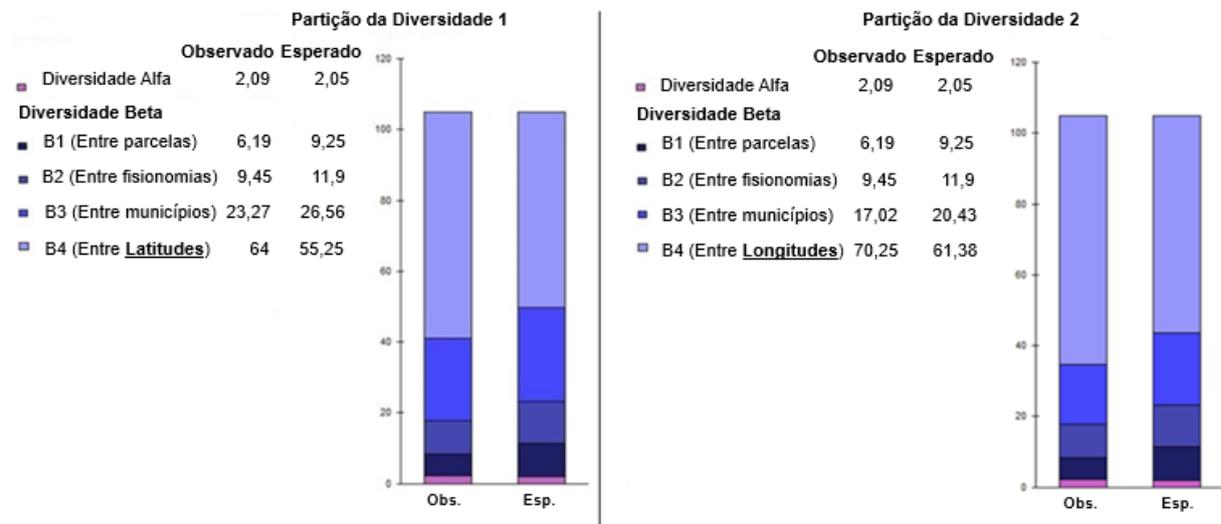


Figura 3: Partições aditivas da diversidade calculadas para 100 espécies de cupins distribuídas entre 15 municípios e 4 estados dentro do bioma Cerrado. A primeira partição aditiva de diversidade se deu entre as parcelas (β_1), entre as fisionomias (β_2), entre os municípios - relacionados pela latitude - (β_3) e entre graus latitudinais (β_4). A segunda partição da diversidade foi feita entre as parcelas (β_1), entre as fisionomias (β_2), entre os municípios – relacionados pela longitude - (β_3) e entre escalas longitudinais (β_4).

Discussão

Nossos resultados mostraram que, independente de terem sido estatisticamente baixas, as maiores correlações encontradas entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais, foram com relação ao tipo de vegetação e a densidade vegetal. De modo semelhante, vimos que alguns trabalhos com cupins da Amazônia como Davies et al. (2003), Mathieu et al. (2009) e Bourguignon et al. (2011) observaram que tanto a densidade da vegetação quanto o tipo de habitat tiveram um efeito mais significativo sobre a composição de espécies de cupins do que outras variáveis.

No entanto, nosso Mantel parcial indicou que a distinção das paisagens do Cerrado em tipos de vegetação, representam de forma mais adequada a composição das comunidades de cupins do que o índice de densidade vegetal EVI2, mostrado aqui como não sendo tão

vantajoso quanto descrito por trabalhos como Rocha e Shaver (2009). Deste modo, nossos resultados sugerem que ao menos em relação a termitofauna, a descrição da paisagem em tipos ou categorias de vegetação pré-estabelecidas, e mais eficiente em descrever os padrões das comunidades de cupins do que a densidade de cobertura vegetal, descrita na forma do índice de vegetação EVI2.

A análise discriminante, mesmo após a aplicação do método de validação cruzada de jackknife, mostrou que cerca de 27% das espécies analisadas se mantiveram restritas a um determinado tipo de vegetação. Esse resultado, também confirmado pelos testes de Mantel e Mantel Parcial, reforça ainda mais a importância da conservação do meio ambiente e sua consequente manutenção da composição das espécies. Podemos extrapolar ainda que assim como para os térmitas, a deterioração das distintas formações vegetais, pode além de colocar em risco diversas espécies animais e vegetais, desequilibrar toda a cascata trófica e ameaçar inclusive nossos padrões de produção de alimentos.

Nossos resultados mostraram ainda que a partição da diversidade nas escalas de diversidade Beta - β_4 (escalas geográficas de latitude e longitude), apresentaram maior “turnover” de espécies do que observada em escalas menores. Esse padrão de diversidade de espécies de cupins ser maior entre maiores escalas geográficas, confirma vários estudos anteriores, como Bourguignon et al. (2011), que avaliando espécies de cupins em áreas de floresta tropical, perceberam que não havia correlação entre a composição de espécies de cupins em distância geográfica menor do que 100 quilômetros.

Contudo, apesar de termos visto um “turnover” de espécies de 67,2% entre escalas latitudinais no Cerrado, e que alguns autores como Erpenbach et al. (2013), tenham relatado que em ambientes de Savana na África Ocidental o maior “turnover” de espécies de cupins aconteça em gradientes de latitudinais climáticos. Nossos resultados indicam que, com um “turnover” de espécies de 73.8 %, o gradiente longitudinal representou uma parcela maior da diversidade de espécies de cupins do que o gradiente latitudinal.

Esse resultado mostra que apesar de já ser bastante relatado que cupins estejam distribuídos em gradientes latitudinais de riqueza de espécies em relação aos trópicos (Eggleton et al. 1994), o gradiente longitudinal de diversidade apresenta uma relação tão grande quanto o gradiente latitudinal sobre a composição de espécies de cupins. Deste modo que sugerimos em futuros estudos sobre a diversidade e composição de cupins, seja dada a fundamental importância ao gradiente longitudinal, visto sua expressiva relevância relatada em nosso estudo.

Agradecimentos

MWTA agradece a Bolsa Stricto Sensu da UEG. HFC agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa (processo 302198/2015-6). DEO agradece a Bolsa de Pós-Doutorado PNPd-CAPES.

Referências

- Araujo, E.L., Nascimento, F.M., Zucchi, R.A., 1998. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae). *Scientia Agricola*. V.55, p.105-110.
- Beccaloni, G., Eggleton, P., 2013. Order Blattodea. *Zootaxa*. 3703,46–48.
- Bourguignon, T., Leponce, M., Roisin, Y., 2011. Beta-Diversity of Termite Assemblages Among Primary French Guiana Rain Forests. *Biotropica* 43(4): 473–479.
- Constantino, R., 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado, p. 319– 333. In: Scariot, A.O., Silva, J.C.S., Felfili, J.M. (Eds.), *Biodiversidade, ecologia, e conservação do cerrado*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 333 p.
- Crist, T.O., Veech, J.A., Gering, J.C., Summerville, K.S., 2003. Partitioning species diversity across landscapes and regions: a hierarchical analysis of alpha, beta, and gamma diversity. *The American naturalist*. 162, 734–43.
- Davies, R.G., Eggleton, P., Jones, D.T., Gathorne-Hardy, F.J., Hernández, L.M., 2003. Evolution of termite functional diversity: Analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness. *Journal of Biogeography*. 30(6), 847-877.
- Dray, S. and Dufour, A.B., 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22(4): 1-20.
- Eggleton, P., Williams, P.H., Gaston, K., 1994. Explaining global diversity: productivity or history?. *Biodiversity and Conservation*. 3, 318-330.
- ENVI. ENVI versão 5.1. 2015. Disponível em: <<http://www.envi.com.br>>. Acesso em: 01/12/2015.
- Erpenbach, A. Bernhardt-Römermann, M., Wittig, R., Thiombiano, A., Hahn, K., 2013. The influence of termite-induced heterogeneity on savanna vegetation along a climatic gradient in West Africa. *Journal of Tropical Ecology*. 01, 11–23.
- ESRI. Arquitetura do ArcGIS® 10.2.2.1. 2015. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso em: 01/12/2015.
- Ferreira, D. F., 2011. *Estatística multivariada*. 2. ed. Lavras: UFLA, p675. Lavra–MG.

- Ferreira, E.V.O., Martins, V., Inda-Junior, A.V., Giasson, E., Nascimento, P.C., 2011. Ação das térmitas no solo. *Ciência Rural*. 41, 804-911.
- Fisher, R.A., 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, London. 2, 179–188.
- Gering, J.C., Crist, T.O., Veech, J.A., 2003. Additive Partitioning of Species Diversity across Multiple Spatial Scales: Implications for Regional Conservation of Biodiversity. *Conservation Biology*. 17, 488–499.
- Gonçalves, E.T.; Souza, A.F. 2014. Floristic variation in ecotonal areas: Patterns, determinants and biogeographic origins of subtropical forests in South America. *Austral Ecology* 39: 122-134
- Google. Google Earth. Version 1.3.31.5. 2015. Disponível em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/download/ge/agree.html> >. Acesso em: 01/12/2015.
- Gullan PJ, Cranston, PS (2007) Os Insetos: um resumo de entomologia. Tradução de Sonia Maria Marques Hoenen - São Paulo. Roca. p.277-287.
- Henriques, RPB. 2005. Capítulo 3. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. In: Scariot, A., Sousa-Silva, J.C., Felfili, J.M., 2005. *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. ISBN: 8587166816.
- Jiang, Z., Huete, A.R., Didan, K., Miura, T., 2008. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*. 112, 3833–3845.
- Karnieli, A., Gabai, A., Ichuku, C., Zaady, E., Shachak, M., 2002. Temporal dynamics of soil and vegetation responses in a semi-arid environment. *International Journal of Remote Sensing*. 19, 4073-4087.
- Kemabonta, K.A., Balogun, A.S., 2014. Species richness, diversity and relative abundance of termites (Insecta: Isoptera) in the University of Iagos, Nigeria. *FUTA Journal of Research in Sciences*. 189, 188- 197.
- Krishna, K., Grimaldi, D.A., Krishna, V., Engel, M.S., 2013. Treatise on the Isoptera of the world. 1. Introduction. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 202, 9-202.
- Lavelle P, Bignell D, Lepage M, Wolters V, Roger P, Ineson P, Heal OW, Dhillion S (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33, 159–193
- Lawton, J., 1997. The role of species in ecosystems: aspects of ecological complexity and biological diversity. In: Abe, T. (eds.) *et al.* *Biodiversity: An ecological perspective*. New York: Springer, 228-325.

- Legendre, P., Legendre, L., 2000. Numerical Ecology 2^a edition (Developments in environmental modelling. 20), Elsevier, Amsterdam. ISBN: 0444892508.
- Legendre, P., Legendre, L., 2012. Numerical Ecology 3^a edition (Developments in environmental modelling. 24), Elsevier, Amsterdam. ISBN: 9780444538680.
- Manly, B.F.J., 1991. The Statistics of Natural Selection, Chapman and Hall, London
- Manly, B.F.J., 2008. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. Tradução de Sara Landa Carmona. 3^a Edição. Bookman, Porto Alegre.
- Mathieu, J., Grimaldi, M., Jouquet, P., Rouland, C., Lavelle, P., Desjardins, T., Rossi, J.P., 2009. Spatial patterns of grasses influence soil macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. *Soil Biology and Biochemistry*. 41(3), 586-593.
- Moraes-Novo, E.M.I., 2008. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Editora Blucher. São Paulo.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H., 2016. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-5. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oliveira-Filho, A.T., Budke, J.C., Jarenkow, J.A., Eisenlohr, P.V., Neves, D.R.M., 2013. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *Journal of Plant Ecology*. doi: 10.1093/jpe/rtt058
- Ponzoni, F.J., Shimabukuro, Y.E., Kuplich, T.M., 2012. Sensoriamento remoto da vegetação. 2^a. Ed. Atualizada e ampliada. Oficina de Textos, São Paulo.
- R Core Team., 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S.A., Constantino, R., 2012. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, p. 311-322
- Redford, K.H., 1984. The Termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera , Termitidae) and Their Role in Determining a Potential Keystone Species. *Biotropica*. 2, 112–119.
- Reis, S.F., 1988. Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva. *Revista Brasileira de Zoologia*. 4, 571-580.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* S.M. Sano & S.P. Almeida (Eds.) Cerrado: ambiente e flora. CPAC-EMBRAPA. Planaltina. p. 89-166.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P; Ribeiro, J.F. Cerrado: Ecologia e Flora. Planaltina: Embrapa Cerrados: Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF.

- Rocha, A.V., Shaver, G.R., 2009. Advantages of a two band EVI calculated from solar and photosynthetically active radiation fluxes. *Agricultural and Forest Meteorology*. 9, 1560–1563.
- Sausen, T.M., Lacruz, M.S.P., 2015. *Sensoriamento remoto para desastres*. Oficina de Textos, São Paulo.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1995. *Biometry: the principles of statistics in biological research*. Freeman, New York.
- Toledo, M., Poorter, L., Peña-Claros, M., Alarcón, A., Balcázar, J., Chuvina, J., Leño, C., Licona, J.C., ter Steege, H., Bongers, F., 2011. Patterns and determinants of floristic variation across lowland forests of Bolivia. *Biotropica* 43(4): 405-413
- Veech, J.A., Crist, T.O., 2009. *PARTITION 3.0 user's manual*. (unpublished document)
- Viana-Junior, A.B., Souza, V.B., Reis, Y.T., Marques-Costa, A.P., 2014. Termite assemblages in dry tropical forests of Northeastern Brazil: Are termites bioindicators of environmental disturbances?. *Sociobiology*. 61, 324–331.
- Whittaker, R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*. 30, 279-338.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213-251.

Considerações Finais

Com base nos resultados obtidos pelos artigos, podemos concluir que, ao se tratar da composição de espécies, não existe suficiência taxonômica para Isoptera acima do nível de espécies. Contudo, quando analisamos somente os valores de riqueza, vimos que a correlação entre a riqueza de espécies e a riqueza de gênero foram bastante elevadas, e neste caso abrem a possibilidade de substituição das identificações entre estes níveis, sem que isso possa levar a uma perda significativa de informações ecológicas sobre o grupo. Concluimos também que a composição da comunidade de cupins não possui uma relação muito forte entre as variáveis ambientais analisadas, sendo que destas, a variável relacionada aos tipos de vegetação (fitofisionomias) foi a que melhor representou os padrões de riqueza e composição de espécies de cupins do Cerrado. Essa maior relação entre a composição de cupins e os tipos de vegetação, também foi confirmada pela análise discriminante, que mostrou após a validação pelo jackknife, que 27% das amostras analisadas se mantiveram restritas as suas determinadas fitofisionomias no Cerrado. Por fim, concluimos que à curtas distâncias, a diversidade Beta de cupins, ao menos para o Cerrado, é muito baixa, de modo que evidenciamos que o maior *turnover* de espécies de cupins acontece entre as maiores escalas de latitude e longitude.

APÊNDICE: Lista com as 6 subfamílias, 38 gêneros, 100 espécies e os 4 grupos tróficos das amostradas de cupins (Isoptera) coletadas em 270 parcelas distribuídas entre 16 municípios e quatro estados brasileiros dentro do Bioma Cerrado. Amostras estão depositadas na Coleção de Isoptera do Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica (LAB-PEEC) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), localizado no Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) em Anápolis-GO.

Subfamília	Gênero	Espécies	Grupo Trófico
Coptotermitinae	<i>Coptotermes</i>	<i>Coptotermes gestroi</i>	Xilófago
Heterotermitinae	<i>Heterotermes</i>	<i>Heterotermes longiceps</i>	Xilófago
Heterotermitinae	<i>Heterotermes</i>	<i>Heterotermes tenuis</i>	Xilófago
Heterotermitinae	<i>Heterotermes</i>	<i>Heterotermes</i> sp.	Xilófago
Rhinotermitinae	<i>Rhinotermes</i>	<i>Rhinotermes marginalis</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Agnathotermes</i>	<i>Agnathotermes</i> sp.	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Angularitermes</i>	<i>Angularitermes nasutissimus</i>	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Anhangatermes</i>	<i>Anhangatermes anhaguera</i> .	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Araujotermes</i>	<i>Araujotermes</i> sp.	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Atlantitermes</i>	<i>Atlantitermes osborni</i>	Intermediário
Nasutitermitinae	<i>Atlantitermes</i>	<i>Atlantitermes stercophilus</i>	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Coatitermes</i>	<i>Coatitermes clevelandi</i>	Intermediário
Nasutitermitinae	<i>Constrictotermes</i>	<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Cyranotermes</i>	<i>Cyranotermes</i> sp.	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Cyranotermes</i>	<i>Cyranotermes timuassu</i>	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Diversitermes</i>	<i>Diversitermes diversimiles</i>	Intermediário
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes arenarius</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes callimorphus</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes ephratae</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes gaigei</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes kemneri</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes macrocephalus</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes obscurus</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes surinamensis</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> cf. <i>tatarendae</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes unduliceps</i>	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.a	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.b	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>	<i>Nasutitermes</i> sp.c	Xilófago
Nasutitermitinae	<i>Paraconvexitermes</i>	<i>Paraconvexitermes nigricornis</i>	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Parvitermes</i>	<i>Parvitermes bacchanalis</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Subulitermes</i>	<i>Subulitermes</i> cf. <i>microsoma</i>	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Subulitermes</i>	<i>Subulitermes</i> sp.	Humívoro
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes aoreticus</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes glabrinotus</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes heteropterus</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes melanocephalus</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes osborni</i>	Ceifador

Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes velox</i>	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes</i> sp.a	Ceifador
Nasutitermitinae	<i>Velocitermes</i>	<i>Velocitermes</i> sp.b	Ceifador
Syntermitinae	<i>Amitermes</i>	<i>Amitermes amifer</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Cornitermes</i>	<i>Cornitermes bequaerti</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Cornitermes</i>	<i>Cornitermes cumulans</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Cornitermes</i>	<i>Cornitermes silvestrii</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Cornitermes</i>	<i>Cornitermes villosus</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Curvitermes</i>	<i>Curvitermes minor</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Curvitermes</i>	<i>Curvitermes odontognathus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Cyrelliatermes</i>	<i>Cyrelliatermes angulariceps</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Cyrelliatermes</i>	<i>Cyrelliatermes brevidens</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Cyrelliatermes</i>	<i>Cyrelliatermes strictinasus</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Embiraetermes</i>	<i>Embiraetermes</i> cf. <i>robustus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Embiraetermes</i>	<i>Embiraetermes festivellus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Embiraetermes</i>	<i>Embiraetermes ignotus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Embiraetermes</i>	<i>Embiraetermes neotenicus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Embiraetermes</i>	<i>Embiraetermes silvestrii</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes brevilabius</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes emersoni</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes laticephalus</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes longilabius</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes orthocephalus</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Labiatermes</i>	<i>Labiatermes</i> sp.	Humívoro
Syntermitinae	<i>Procornitermes</i>	<i>Procornitermes araujoi</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Procornitermes</i>	<i>Procornitermes striatus</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Procornitermes</i>	<i>Procornitermes triacifer</i>	Intermediário
Syntermitinae	<i>Rhynchotermes</i>	<i>Rhynchotermes diphyes</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Rhynchotermes</i>	<i>Rhynchotermes nasutissimus</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Silvestritermes</i>	<i>Silvestritermes euamignatus</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Silvestritermes</i>	<i>Silvestritermes heyeri</i>	Humívoro
Syntermitinae	<i>Silvestritermes</i>	<i>Silvestritermes</i> sp.	Humívoro
Syntermitinae	<i>Syntermes</i>	<i>Syntermes molestus</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Syntermes</i>	<i>Syntermes nanus</i>	Ceifador
Syntermitinae	<i>Uncitermes</i>	<i>Uncitermes</i> sp.	Humívoro
Termitinae	<i>Cornicapritermes</i>	<i>Cornicapritermes</i> sp.	Intermediário
Termitinae	<i>Cylindrotermes</i>	<i>Cylindrotermes brevipilosus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Cylindrotermes</i>	<i>Cylindrotermes sapiranga</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Dentispicotermes</i>	<i>Dentispicotermes globicephalus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Dentispicotermes</i>	<i>Dentispicotermes pantanalís</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Dentispicotermes</i>	<i>Dentispicotermes</i> sp.	Intermediário
Termitinae	<i>Dihoplotermes</i>	<i>Dihoplotermes inusitatus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Dihoplotermes</i>	<i>Dihoplotermes</i> sp.	Intermediário
Termitinae	<i>Microcerotermes</i>	<i>Microcerotermes exiguus</i>	Xilófago
Termitinae	<i>Microcerotermes</i>	<i>Microcerotermes indistinctus</i>	Xilófago
Termitinae	<i>Microcerotermes</i>	<i>Microcerotermes strunckii</i>	Xilófago

Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes araguaia</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes opacus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes parvus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes talpa</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes talpoides</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes uitiariti</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Neocapritermes</i>	<i>Neocapritermes</i> sp.	Intermediário
Termitinae	<i>Orthognatotermes</i>	<i>Orthognathotermes heberi</i>	Humívoro
Termitinae	<i>Orthognatotermes</i>	<i>Orthognathotermes mirim</i>	Humívoro
Termitinae	<i>Orthognatotermes</i>	<i>Orthognathotermes okeyma</i>	Humívoro
Termitinae	<i>Planicapritermes</i>	<i>Planicapritermes</i> sp.	Intermediário
Termitinae	<i>Spinitermes</i>	<i>Spinitermes trispinosus</i>	Humívoro
Termitinae	<i>Termes</i>	<i>Termes bolivianus</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Termes</i>	<i>Termes hispaniolae</i>	Intermediário
Termitinae	<i>Termes</i>	<i>Termes medioculatus</i>	Intermediário
